

MEDIZIN

Nanowürmer gegen Krebs

■ Es erinnert an den Film »Die phantastische Reise«. Darin unternimmt ein U-Boot, auf mikroskopische Dimensionen geschrumpft, eine abenteuerliche Fahrt durch den Blutkreislauf eines Patienten, um ein Gerinnsel zu zerstören. Forscher um Michael Sailor von der University of California in San Diego haben nun künstliche Würmer aus Eisenoxidkügelchen gebaut, die durch die Blutgefäße zirkulieren, um Krebsgeschwüre aufzuspüren. Dazu sind sie mit Sonden bestückt, die sich an charakteristische Oberflächenstrukturen von Tumorzellen heften. Zur Verankerung dieser Sonden dient eine Kunststoffhülle um die Teilchen, die sich von dem zuckerartigen Biopolymer Dextran ableitet.

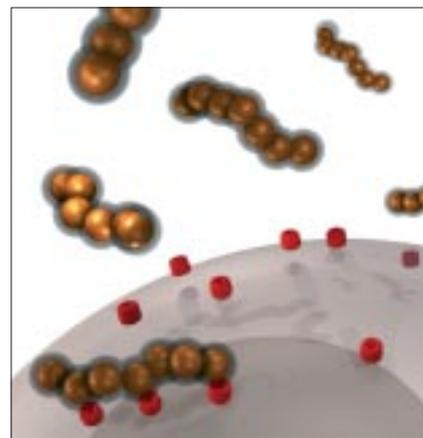
Hauptvorteil der Nanowürmer ist, dass sie wegen ihrer besonderen chemischen Zusammensetzung stundenlang im Blut zirkulieren, ohne abgebaut oder vom Immunsystem entfernt zu werden. Damit

Nanowürmer aus sechs bis acht Eisenoxidteilchen, die in ein Polymer gehüllt und mit speziellen Sonden (nicht gezeigt) versehen sind, lagern sich an Oberflächenstrukturen (rot) von Krebszellen an.

haben sie reichlich Zeit, ihr Ziel zu finden. Tatsächlich sammelten sie sich bei ersten Versuchen an Mäusen mit Krebs, wie gewünscht, in den Geschwulsten an.

Hinzu kommt, dass Eisenoxid superparamagnetisch und deshalb in Magnetresonanzaufnahmen leicht nachweisbar ist. So lassen sich auch schon sehr kleine Tumoren aufspüren, an die sich die Würmer angelagert haben. Die Forscher erhoffen sich davon eine verbesserte Frühdiagnose von Krebs. Außerdem denken sie daran, ihre Nanowürmer mit Antitumorwirkstoffen auszustatten und so direkt zum Kampf gegen die entarteten Zellen einzusetzen.

Advanced Materials, Bd. 20, S. 1630



J. HO PARK, UC SAN DIEGO

ARCHÄOLOGIE

Erste Amerikaner aßen Algen

■ Der steinzeitliche Lagerplatz Monte Verde in Südchile zählt zu den frühesten Besiedlungsspuren der Neuen Welt. Sein hohes Alter – es ist allerdings umstritten und liegt wohl zwischen 12 500 und 14 600 Jahren – wirft die Frage auf, wie die ersten Amerikaner, die nach gängiger Meinung gegen Ende der letzten Eiszeit über die damals trockengefallene Beringstraße aus Sibirien einwanderten, so schnell so weit nach Süden vordringen konnten. Eine Theorie besagt, dass sie sich – auch mit Booten – an der Küste entlangbewegten, wo sie kaum auf Hindernisse stießen.

Tom Dillehay von der Vanderbilt University in Nashville (Tennessee), der 1977

die ersten Ausgrabungen in Monte Verde durchführte, hat nun einen weiteren Beleg für diese These aufgetrieben. Er und seine Mitarbeiter entdeckten in der Fundstätte Überreste von verschiedenen Makroalgen: neben essbarem Seetang wie *Porphyra* und *Durvillaea antarctica* auch Meerespflanzen, die noch heute von der örtlichen Bevölkerung als Heilmittel verwendet werden. In einer Hütte fanden sich außerdem zerkaute Überreste vom Beerentang *Sargassum* sowie anderen ungenießbaren Arten, die offenbar eine rein medizinische Funktion hatten.

Diese Funde sind umso erstaunlicher, als der Siedlungsplatz etwa 15 Kilometer von einer Inlandsbucht entfernt lag; einige der Pflanzen kamen sogar von der damals mindestens hundert Kilometer entfernten Pazifikküste. All das belegt eine enge Beziehung der Bewohner zum Meer, die sich aus einer jahrhundertlangen Wanderung entlang der Küste erklären würde.

Science, Bd. 320, S. 784

In dieser mutmaßlichen Medizinhütte fanden Archäologen zerkaute Reste von verschiedenen ungenießbaren Makroalgen, die offenbar Heilzwecken dienten.



TOM DILLEHAY, VANDERBILT UNIVERSITY

SEISMOLOGIE

Beben triggern Beben

■ Ein Erdbeben entsteht, wenn sich Spannungen in der Erdkruste ruckartig lösen. Sind die Erschütterungen stark genug, lassen sie im näheren Umkreis Gebäude einstürzen oder rufen Erdrutsche hervor. Vom Bebenherd breiten sich zugleich Wellen aus, die Seismometer überall auf dem Globus registrieren. Sie pflanzen sich teils durch das Erdinnere fort, teils laufen sie an der Erdoberfläche entlang. Schon lange bestand der Verdacht, dass diese Wellen weit entfernt vom Epizentrum ihrerseits zur Entladung von Spannung führen und somit Erdstöße auslösen können. Die Datenlage war bisher jedoch unsicher.

Nun haben Forscher um Aaron Velasco von der University of Texas in El Paso diese Frage mit einer umfassenden Untersuchung geklärt. Für 15 Erdbeben zwischen 1992 und 2006 mit einer Stärke über 7,0 auf der Magnitudenskala analysierten sie die Aufzeichnungen von mehr als 500 Seismometern weltweit. Dabei zeigte sich, dass beim Eintreffen der zwei Typen von Oberflächenwellen selbst an weit vom Epizentrum entfernten Orten die Anzahl von Mikrobeben mit Magnituden unter vier deutlich zunahm. Für die zunächst ankommenden Love-Wellen betrug der Anstieg 37, für die nachfolgenden Rayleigh-Wellen sogar rund 60 Prozent.

Demnach kommt es in der Tat zum »dynamischen Triggern« schwacher Erdbeben durch seismische Wellen; schwere Erdstöße werden in der Regel allerdings nicht ausgelöst. Offen bleibt, worauf der Effekt beruht. Denkbar wäre, dass die Wellen verkeilte Gesteinsschichten lockern, so dass sie sich lösen können, bevor die Spannung einen kritischen Wert erreicht.

Nature Geoscience, Online-Vorabveröffentlichung

Flugechsen gut zu Fuß

■ Die Pterosaurier, geflügelte Verwandte von Krokodilen und Vögeln, beherrschten den Luftraum des Erdmittelalters. Wissenschaftler malten sich diese Echsen, die teils die Flügelspannweite kleinerer Flugzeuge erreichten und fünf Zentner wogen, bisher gern als Fisch fressende Luftakrobaten aus. Nun aber zeigen Untersuchungen von Mark Witton und Darren Naish von der University of Portsmouth (England), dass sich ausgerechnet die größten Vertreter am Boden offenbar wohler fühlten als in der Luft.

In Korea gefundene Fußspuren von Azhdarchiden, einer sehr artenreichen und weit verbreiteten Untergruppe der Flugechsen, deuten darauf hin, dass die Tiere ausgezeichnete Läufer waren. Zudem konnten sie, wie sich bei der Analyse ihrer biomechanischen Eigenschaften erwies, wegen ihrer ungewöhnlich steifen Wirbelsäule und dem langen Schnabel mit sehr wenig Energieaufwand Nahrung vom Boden greifen. Für andere Ernährungsweisen wie den Fischfang aus dem Flug war die Anatomie der Tiere dagegen kaum geeignet.

Die britischen Forscher vermuten daher, dass sich die Azhdarchiden, zu denen unter



Bei Streifzügen zu Fuß durch offenes Gelände konnten die großen Azhdarchiden mit ihren langen Schnäbeln mühelos Aas und kleine Beutetiere wie junge Dinosaurier aufpicken.

MARK WITTON, UNIVERSITY OF PORTSMOUTH

anderem der Gigant *Hatzegopteryx* mit seinem über zwei Meter langen Schädel gehörte, bevorzugt per pedes fortbewegten und Nahrung vom Boden auf sammelten. Darauf deuten auch die ungewöhnlich langen Gliedmaßen und die Verteilung der

Fundstellen hin. Welche Nahrung die Tiere bevorzugten, ist allerdings nicht bekannt. Nach Ansicht von Witton und Naish dürften sie Aasfresser gewesen sein, aber auch lebende Beute nicht verschmäht haben.

PloS One, Bd. 3, e2271

PLANETOLOGIE

Jupiters langer Schatten

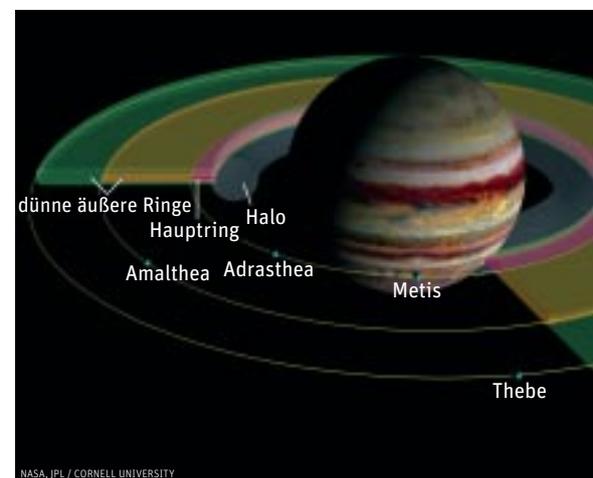
■ Wie erst 1979 die Raumsonde Voyager 1 entdeckte, hat außer Saturn auch Jupiter ein – wenngleich nur schwach ausgeprägtes – Ringsystem. Die Teilchen dort sind durch Zusammenstöße der kleinen inneren Gesteinsmonde mit Meteoriten entstanden und mit Durchmessern im Mikrometerbereich nur ungefähr so groß wie Partikel im Zigarettenrauch. Das zeigten Messungen der Raumsonde Galileo, die von 1995 bis 2003 durch das Jupitersystem flog und einige tausend Einschläge von Staubkörnern registrierte.

Erst jetzt haben Douglas P. Hamilton von der University of Maryland in Baltimore und Harald Krüger vom Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg die damaligen Daten akribisch analysiert und ausgewertet. Dabei erlebten sie einige Überraschungen. So ist das Ringsystem mit einem Durchmesser über 640 000 Kilometern sehr viel größer als bisher gedacht.

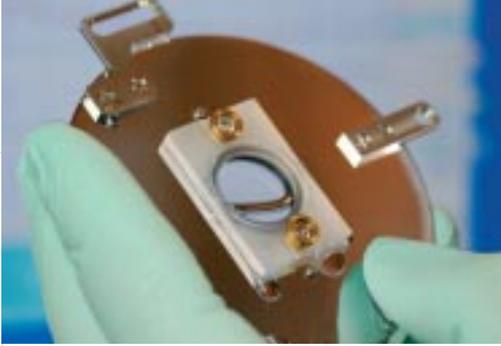
Zudem bewegen sich einige Teilchen auf Bahnen, die bis zu 20 Grad gegen die Äquatorebene des Planeten geneigt sind.

Die Forscher entdeckten aber nicht nur diese Besonderheiten, sondern konnten sie mit aufwändigen Computersimulationen auch erklären. Demnach spielt der Schatten von Jupiter für den Umfang des Ring-systems sowie die Größe und Bahnneigung der Teilchen in den äußeren Regionen eine bisher unterschätzte Rolle. Auf der Tagseite lädt die Sonnenstrahlung die Partikel durch Photoionisation positiv auf, während sie auf der Nachtseite wieder entladen werden. Das intensive Magnetfeld von Jupiter beeinflusst die Teilchen deshalb unterschiedlich stark, je nachdem, ob sie sich im Licht oder Schatten befinden. Dadurch werden kleine Körner nach außen getrieben und die kleinsten Partikel zusätzlich aus der Äquatorebene herauskatapultiert.

Nature, Bd. 453, S. 72



Das Ringsystem von Jupiter befindet sich im Bereich der Umlaufbahnen seiner vier kleinen inneren Gesteinsmonde, reicht nach neuesten Erkenntnissen aber weit darüber hinaus (nicht gezeigt).



GARY MEEK, GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

PHYSIK

Ein Hauch von Gel

■ Wasser, das in einen winzigen Raum gesperrt ist, zeigt einige bemerkenswerte Eigenschaften. Zum Beispiel kann man es mit elektrischen Feldern auch bei Zimmertemperatur gefrieren lassen. Jetzt haben Forscher durch Messungen mit dem Rasterkraftmikroskop gezeigt, dass sich sehr dünne Schichten aus Wasser oder dem Silikonöl Octamethylcyclotetrasiloxan eher wie zähe Gele verhalten als wie Flüssigkeiten.

Tai-De Li und Elisa Riedo vom Georgia Institute of Technology in Atlanta maßen die Relaxationszeit, die angibt, wie lange

In einer solchen Flüssigkeitszelle führten US-Forscher mit dem Rasterkraftmikroskop Viskositätsmessungen an dünnen Wasserfilmen durch.

es dauert, bis sich eine Störung im Film wieder geglättet hat. Sie steigt, wie die Versuche ergaben, in Schichten mit bis zu etwa drei Moleküllagen – was bei Wasser einer Dicke von einem, beim Silikonöl von vier Nanometern entspricht – um mehrere Größenordnungen an.

Diese dünnen Filme verlieren nach Aussage der Wissenschaftler ihre hohe Viskosität jedoch wieder, wenn man die Flüssigkeit schüttelt. Sie ähneln demnach thixotropen Fluiden wie Ketchup, die sich durch Scherkräfte verflüssigen. Von ihrer Konsistenz und Struktur her erinnern sie an stark unterkühltes Wasser bei etwa –100 Grad Celsius.

Physical Review Letters, Bd. 100, S. 106102

URMENSCHEN

Beinahe-Aus nach Trennung

■ Die Urmutter aller heutigen Menschen lebte vor rund 200 000 Jahren in Ostafrika. Doch bevor *Homo sapiens* die Erde eroberte, war er 100 000 Jahre lang in zwei geografisch getrennte Populationen aufgespalten. Das schließen Wissenschaftler aus vergleichenden Analysen der mitochondrialen DNA, die über die mütterliche Linie

vererbt wird, in verschiedenen Regionen Afrikas. Wahrscheinlich waren widrige Umweltbedingungen die Ursache für die Trennung: Eine Serie schwerer Dürren, die nach jüngsten paläoklimatischen Untersuchungen vor etwa 135 000 bis 90 000 Jahren Ostafrika heimsuchte, vertrieb den Menschen aus seiner Urheimat.

Einen Teil der Bevölkerung verschlug es in den Süden des Kontinents, einen anderen in den Westen. Doron Behar vom Rambam Medical Center in Haifa und seine Kollegen datieren die Aufspaltung der beiden Linien anhand genetischer Unterschiede auf etwa 150 000 Jahre vor heute. Erst im Jungpaläolithikum vor 40 000 Jahren vereinigten sich die getrennten Zweige wieder.

Beinahe wäre es nicht mehr dazu gekommen. Die genetischen Daten deuten darauf hin, dass die komplette Menschheit vor etwa 70 000 Jahren weniger als 2000 Individuen zählte. Erst mit dem Aufkommen technischer Errungenschaften wie spezialisierter Werkzeuge aus Feuerstein oder Knochen und unter günstigeren klimatischen Bedingungen breitete sich der Mensch schließlich in ganz Afrika und bald darauf auch auf anderen Kontinenten aus.

The American Journal of Human Genetics, Bd. 82, S. 1130



Dieser bei der südafrikanischen Stadt Hofmeyr gefundene 36 000 Jahre alte Schädel zählt zu den frühesten Fossilien des anatomisch modernen Menschen in Afrika.

ASTROPHYSIK

Verschleierte Galaxien

■ Interstellare Staubwolken machen zwar nur einen winzigen Bruchteil der Masse einer Galaxie aus, stellen jedoch ein großes Problem für Astrophysiker dar. Ihre Absorption und Reemission von Strahlung verändert die wellenlängenabhängige Leuchtkraft von Galaxien in unbekannter Weise. Physiker um Richard Tuffs vom Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg haben jetzt ein Modell der Staubverteilung in Galaxien entwickelt, mit dem sie die Verzerrung des Galaxienspektrums durch die Teilchenwolken modellieren können.

Ihr Modell erklärt auch ein lange mysteriöses Phänomen: In manchen Galaxien



Bei der Galaxie NGC 891 zeigt sich der Licht schluckende Effekt des interstellaren Staubs besonders deutlich.

schien der Staub wesentlich mehr Infrarotstrahlung abzugeben, als die Sterne Energie produzierten. Tatsächlich absorbiert er jedoch, wie nun die Heidelberger Berechnungen zeigen, viel mehr Licht als vermutet. Die Strahlungsleistung der Sterne wurde also systematisch unterschätzt.

Die Forscher haben ihr Modell an über 10 000 nahe gelegenen Galaxien getestet. Stets zeigte sich, dass die Differenz zwischen der beobachteten und der berechneten Strahlungsleistung genau der vom Staub emittierten Infrarotstrahlung entspricht. Über die jetzt bekannte Leuchtkraftfunktion von Galaxien kann man die spektrale Energieverteilung aller Strahlung im All berechnen. Diese wiederum erlaubt Rückschlüsse auf interessante kosmische Parameter wie Sternentstehungsraten.

The Astrophysical Journal Letters, Bd. 678, L101

Mitarbeit: Lars Fischer

Blitze aus der Asche

Anfang Mai brach nach über 9000 Jahren völlig unerwartet der Vulkan Chaitén in Südchile aus und verdunkelte mit einer 30 Kilometer hohen Aschesäule den Himmel. Als wäre das Schauspiel noch nicht unheimlich genug, tauchten zahllose Blitze die Szene in ein gespenstisches Licht. Elektrische Entladungen am Rand vulka-

nischer Aschewolken wurden schon öfter beobachtet, aber selten gelang eine so spektakuläre Aufnahme wie diese. Über die Ursache des Phänomens spekulieren Physiker seit Langem. Eine mögliche Erklärung lieferte jüngst der Nachweis, dass die Ascheteilchen – wohl durch Reibung mit der Luft – stark elektrisch geladen sind.

